

ARTÍCULO ORIGINAL

Efecto de la inclusión en la dieta de probióticos microencapsulados sobre algunos parámetros zootécnicos en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

Luz Adriana Gutiérrez Ramirez^I, Carlos Arturo David Ruales^I, Olga Inés Montoya Campuzano^{II}, Eliana Betancur Gonzalez^{III}

^ICorporación Universitaria Lasallista, Grupo de Investigación en Producción, Desarrollo y Transformación Agropecuaria (GIPDTA), Carrera 51 118 sur 57 Caldas, Antioquia, Colombia. Correo electrónico: lugutierrez@lasallistadocentes.edu.co.

^{II}Universidad Nacional, Medellín. ^{III}Estudiante MSc Corporación Universitaria Lasallista.

RESUMEN: El empleo de probióticos en la alimentación acuícola es una de las estrategias para disminuir el consumo de antibióticos en los sistemas intensivos y mitigar los impactos sobre el medio ambiente. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la inclusión en la dieta de probióticos microencapsulados sobre algunos parámetros zootécnicos en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Se empleó una dieta con y sin probióticos, ambas con 42% de proteína bruta, 86% de digestibilidad y la energía de 4765.8 Kcal/Kg; a la que contenía probióticos se le incluyó 1% de probióticos microencapsulados. Los experimentos se realizaron en la estación experimental de la Corporación Universitaria Lasallista. A los alevinos de ambos grupos, con y sin probióticos, se les midió el peso y la talla. Se compararon estadísticamente algunas variables zootécnicas como son la conversión alimentaria (CA), la tasa de crecimiento específica (TCE), la ganancia de peso (GP), la ganancia de talla (GT) y el porcentaje de sobrevivencia. El estudio permitió asegurar que los peces que consumieron la dieta con probióticos, bajo condiciones experimentales, tuvieron mejor desempeño en los parámetros zootécnicos analizados.

Palabras clave: probióticos, tilapia roja (*Oreochromis sp.*), conversión, microencapsulación.

Effect of dietary inclusion of microencapsulated probiotics on some zootechnical parameters in red tilapia fingerlings (*Oreochromis sp.*)

ABSTRACT: The use of probiotics in aquaculture is one of the strategies to reduce consumption of antibiotics and mitigate the impacts on the environment. The purpose of this research was to evaluate the effect of the dietary inclusion of microencapsulated probiotics on some zootechnical parameters in red tilapia fingerlings (*Oreochromis sp.*). At the experimental station of the University Corporation Lasallina, two separated groups of fingerlings were given a diet with 42% of crude protein, 86% of digestibility and energy 4765,8 Kcal/Kg, but to one of the groups, 1% of microencapsulated probiotics was included. The fry of both groups were weighted and measured at three times, and the zootechnical variables such as feed conversion (FC), specific growth rate (SGR), weight gain (WG), size gain (SG), and survival percentage were statistically analyzed. The results showed $p < 0.05$ statistical significance and confirmed that the fish fed with probiotics had a better performance of the parameters analyzed.

Key words: red tilapia (*Oreochromis sp.*), conversion, probiotics, microencapsulation.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la acuicultura y su intensificación como respuesta al mercado requieren de estrategias que ayuden a mantener un ambiente saludable (1). En ese sentido, la prohibición del uso de antibióticos como promotores de crecimiento conlleva a la búsqueda de alternativas que permitan generar bienestar en los pe-

ces sin afectar la producción y la rentabilidad, lo que incluye la eficiencia alimenticia, la tasa de crecimiento y la respuesta a patógenos (2). Estas características están ligadas al uso de alimentos concentrados.

En la actualidad, el concepto de alimento va ligado a su capacidad de mejorar el bienestar, no solo del pez, sino del medio que lo rodea (alimento funcional);

en este caso el uso de probióticos como microorganismos vivos, dentro de la matriz alimentaria en acuicultura, se considera una alternativa importante debido a los resultados mostrados. Cuando se administran en cantidades adecuadas podrían incrementar la viabilidad de los cultivos de peces y mejorar así su inmunidad, la resistencia a enfermedades y, de manera indirecta, su desempeño en las tasas de crecimiento (2).

Los estudios recientes sugieren que su uso incrementa el crecimiento a través de una modulación positiva de factores de crecimiento tipo Insulina, asociado a una baja expresión genética de la miostatina y bajos niveles de cortisol (3, 4); además, como lo indican Waché *et al.* (5), el uso de probióticos puede mejorar el crecimiento, debido a sus efectos beneficiosos sobre los procesos digestivos y por mejorar la tolerancia al estrés.

En los peces, el intestino es el principal órgano para la digestión y la absorción de nutrientes, además de su influencia en el balance hídrico, electrolítico, regulación endocrina de la digestión, metabolismo e inmunidad (6). Este órgano muestra mucha variabilidad en su longitud y el arreglo interno y está relacionado con el hábito alimenticio de la especie (7); por lo tanto, se convierte en el blanco donde deben llegar los probióticos que van incluidos en las dietas. Los efectos benéficos de estos microorganismos dependen en gran medida de la habilidad para llegar al sitio de acción, normalmente la zona distal del intestino, además de que se debe asegurar llegar viables y en cantidad suficiente, capacitados para tolerar la acidez y la hipertonicidad generada por las sales biliares, entre otras condiciones no favorables para organismos vivos.

La tecnología de microencapsulación es una tecnología emergente, una vía efectiva que protege los probióticos dentro de una matriz alimenticia la cual los conduce viables hasta el lugar apropiado; por ejemplo, el tracto gastrointestinal de esta forma mejora la eficacia del producto a muy bajo costo (8).

En la actualidad, la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) es uno de los peces que más se cultiva en el mundo, además presenta condiciones favorables para experimentación por su docilidad y facilidad de manejo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de probióticos microencapsulados en una dieta para alevinos de esta especie y su incidencia en algunos parámetros zootécnicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Los ensayos se realizaron en la unidad de recirculación para acuicultura de la Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia, Colombia.

Material biológico

Se utilizaron 631 alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) con un peso inicial promedio de 0,45 g/pez, que se ubicaron en cuatro tanques con un volumen efectivo de 700 l.

Cepas utilizadas e identificación

Los microorganismos microencapsulados por secado por aspersión fueron *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa* y *Lactobacillus delbueckii*, aislados del intestino de la especie objeto, purificados y caracterizados previamente por pruebas microbiológicas, bioquímicas y moleculares (Tabla 1). Las microcápsulas con probióticos se incluyeron en la dieta para garantizar una concentración final de $1,2 \times 10^6$ UFC/g.

Dietas y alimentación

Para el ensayo de alimentación se diseñaron y se formularon dos dietas isoproteicas e isocalóricas (42% de PB, 86% de digestibilidad y energía 4765.8 Kcal/Kg), respectivamente, según recomendaciones de la NRC (Committee on the Nutrient Requirements of Fish and Shrimp) (9); a una de ellas se le incluyó el 1% de probióticos (Tabla 1). La cantidad de ración se suministró cuatro veces al día y se calculó sobre la base de la biomasa a una tasa de alimentación del 10% mantenida durante el periodo experimental y se ajustó a los 20 días de iniciado el experimento. Para ello se tomaron de cada tanque 50 alevinos aleatoriamente, a los que se les registraron el peso y la talla; estos registros se hicieron al inicio del experimento, al día 20 y al día 40 del ensayo, con un ictiómetro y una balanza digital con una sensibilidad de 0,1g.

Parámetros zootécnicos

Con los valores del peso y la talla se calculó: ganancia de peso (GP) del periodo con la fórmula $GP = PF - PI$, donde PF es peso final y PI es peso inicial; ganancia de talla (GT), con la fórmula $GT = TF - TI$, donde TF es talla final y TI es talla inicial; se calculó, además, la tasa específica de crecimiento (TEC) con la fórmula $TCE(\%) = (\ln(Pf) - \ln(Pi)) / t \times 100$; donde: Pf y Pi son el peso final e inicial, t es el tiempo y Ln es el logaritmo

TABLA 1. Formulación de la dieta para tilapia con 42% de proteína y 86% de digestibilidad./ *Formulation of the diet for tilapia with 42% of protein and 86% digestibility*

| Ingrediente | Cantidad (%) | |
|--|--------------|----|
| | D1 | D2 |
| Torta de soya | 23 | 23 |
| Torta de palmiste | 12 | 12 |
| Harina de pescado | 45 | 45 |
| Salvado de trigo | 11 | 11 |
| Maíz amarillo | 5 | 5 |
| Alfacelulosa | 1 | - |
| ¹ Probióticos microencapsulados | - | 1 |
| Aceite pez | 1 | 1 |
| Premezcla Rovimix Tilapia ² | 2 | 2 |

¹Probióticos microencapsulados 40g [3x10⁶ UFC *Bacillus* sp.] [2x10⁶ UFC *L. delbueckii*]/g

Concentración final para 4Kg [1,2x10⁵ UFC/g]

² Premezcla Rovimix tilapias ® Lab. DSM Nutritional Products Colombia 3.0 (Vit A 7.5*10⁵ KUI, Vit D3 3.7*10⁵ KUI, Vit E 10.8*10³ mg, Vit K3 1.66*10³ mg Vit B1 1.83*10³ mg, Vit B2 2.9 *10³, Vit B6 1.8*10³ mg, Vit B12 3.3 mg, Ac. Ascórbico 4.1*10⁴ mg, Niacina 7.5*10³ mg, Acido pantotenico 8.3*10³ mg, AcidoFólico 1.6*10⁵mg, Biotina 2.5*10³ mg, Cobre 2.8*10⁴ mg, Hierro 2.5*10³ mg, Manganeso 0.167 mg, Yodo 2.1 *10⁴ mg, Zinc 6.6 *10⁴, Selenio 9.1 *10⁴ mg, Magnesio 9.1*10⁴ mg, Inositol F.G 5.8 *10⁴ mg, Luctanox E 25 g, vehículo c.b.p 1.0 kg.3. % de proteína de la dieta 42% formulado, proteína digestible 36,2 % - Energía Kcal/Kg Calculada 4765,8; energía digestible 3586,9 Kcal/Kg - Lípidos 6,7%.

natural de los pesos (10, 11); el porcentaje de sobrevivencia (%S) al final del periodo se calculó con la fórmula %S=No final de peces/No inicial de peces x 100 y la Conversión Alimenticia (CA), obtenida de la relación entre el alimento consumido y la biomasa al final del periodo experimental (12).

Calidad del agua

Las unidades experimentales están unidas a un sistema de recirculación que mantuvo las condiciones de calidad de agua dentro de los rangos establecidos para la especie durante el tiempo experimental; los parámetros fisicoquímicos registrados semanalmente fueron: oxígeno disuelto (OD mg/l valor 114,2), temperatura (T°C 26°C), conductividad (0,4µs), pH (7,1) y amonio (1,19 mg/l). Estos se tomaron con la Sonda EcoSense YSI (EEUU) y dureza (46 mg/l CaCO₃) y

alcalinidad (40 mg/l CaCO₃), con el paquete comercial FF1A Hach. Los tratamientos utilizados fueron: concentrado más probiótico (Tanques B3 y B6) y concentrado sin probióticos (Tanques B4 y B5).

Análisis estadístico

El diseño experimental se realizó por bloques completamente aleatorizados. Las variables medidas fueron el peso y la talla y se especificaron dos variables respuestas y dos factores experimentales. Se realizó un análisis de varianza y se empleó la prueba de Duncan para comparaciones múltiples. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Stagraphics Centurion XV con licencia amparada por la Corporación Universitaria Lasallista-Colombia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza determinaron que hubo diferencias estadísticamente significativas (p<0.05) en el peso y la talla de los alevinos de tilapia.

Los resultados de dispersión de los datos se graficaron y se muestran en las Figuras 1 y 2; se presentaron diferencias en el peso y el tamaño en los peces de los tanque B3 y B6 con respecto a los de los tanques B4 y B5.

En la talla se encontró homogeneidad en los tanques B3 y B6 que correspondían a los animales alimentados con concentrado con probióticos y entre los B4 y B5 correspondientes a los peces alimentados sin los probióticos.

La Tabla 2 indica los porcentajes de sobrevivencia en cada tanque con relación al muestreo. Los resultados encontrados muestran que el porcentaje de viabilidad en los tanques B3 y B6 fue de 90,24% y 88,27% respectivamente, mientras que en el tanque B4 y B5 el por ciento de sobrevivencia fue de 82,60% y 91,3%, respectivamente. Estos resultados muestran que el nivel de mortalidad en los taques fue bajo (12,21%) y los animales estuvieron en condiciones favorables durante todo el tiempo de tratamiento.

Los resultados de los parámetros zootécnicos (Tabla 3) evidencian que los peces que fueron alimentados con la dieta más el probiótico mostraron GP, GL, TCE y CA más altas que los peces con la dieta sin probióticos, por lo que se observa una sinergia positiva del probiótico sobre los parámetros medidos.

Los probióticos se caracterizan como alimentos funcionales por los marcados beneficios que generan en el consumidor, hombre o animal, además de generar un efecto importante en el ecosistema intestinal y mejorar las funciones productivas de los animales. La

Gráfico de Dispersión para Peso

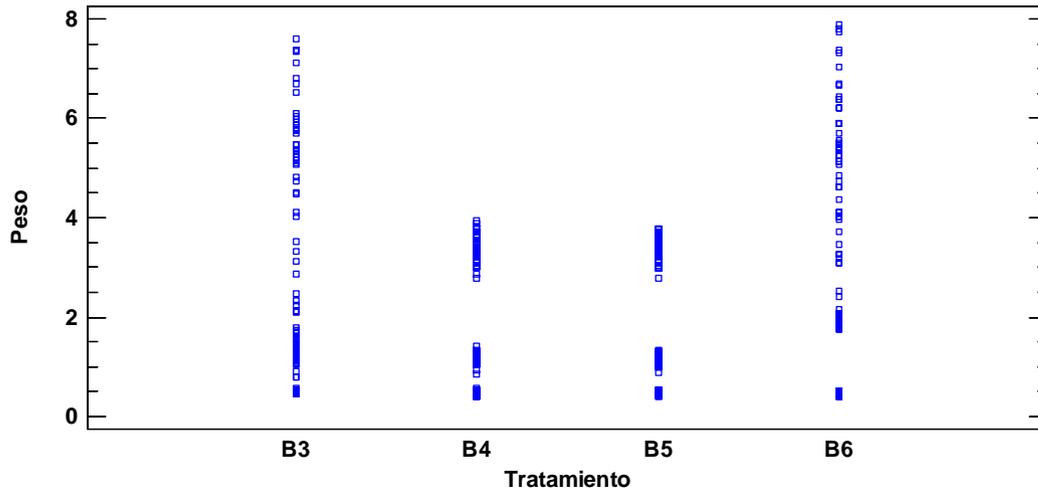


FIGURA 1. Dispersión de los datos de peso (g) en los tratamientos con probióticos y sin probióticos./ *Dispersion of weight (g) data in the treatments with probiotics and without probiotics.*

Gráfico de Dispersión para talla

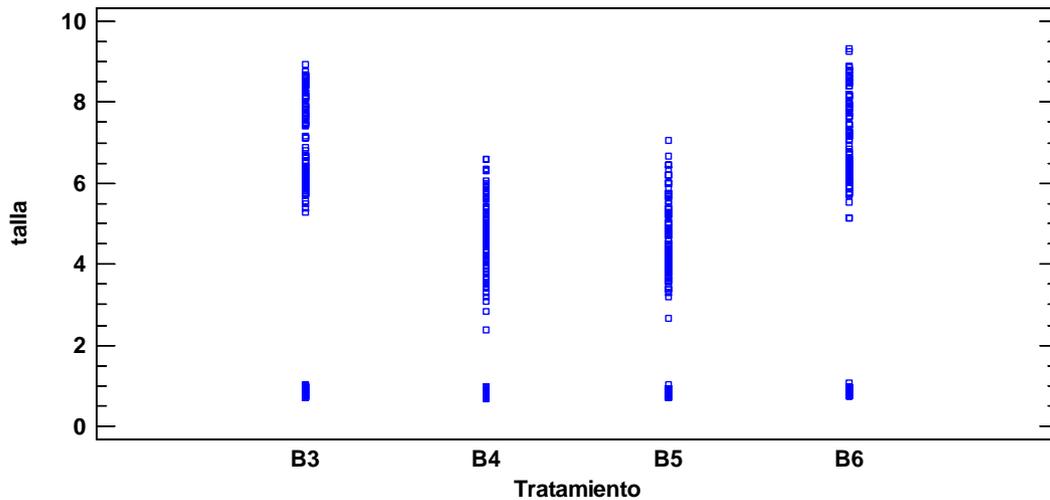


FIGURA 2. Dispersión de los datos para la talla de las tilapia en los tratamientos con probióticos y sin probióticos./ *Dispersion size (cm) data in the treatments with probiotics and without probiotics.*

actividad microbiana asegura la toma de energía intestinal, promueve el desarrollo gástrico y estimula la proliferación y la diferenciación del epitelio celular; mantiene, a su vez, la tolerancia de la mucosa, brindándole funciones de protección contra patógenos (13).

La gran mayoría de probióticos usados en acuicultura pertenece a los géneros *Lactobacillus* y

Bacillus, aunque también se registran otros organismos como bacterias fotosintéticas y levaduras (2, 14) y, a su vez, se indican los beneficios de suplementar con probióticos las dietas para peces y camarones; por ejemplo, mejora el valor nutricional de la dieta, contribuye a la digestión con aporte enzimático y la promoción de factores de crecimiento (15). Según los resultados de Win *et al.* (16), el uso de *Bacillus* sp.,

TABLA 2. Número de peces en cada tanque al inicio y al final del experimento y por ciento de vivos por tanque./ *Number of fish in each tank at the beginning and end of the experiment and percentage of live fish per tank.*

| Muestras | B3 | B4 | B5 | B6 | Total |
|-----------------|-------|-------|------|-------|-------|
| Día 0 | 164 | 184 | 138 | 145 | 631 |
| Día 20 | 156 | 174 | 134 | 139 | 603 |
| Día 40 | 148 | 152 | 126 | 128 | 554 |
| Muertos | 16 | 32 | 12 | 17 | 77 |
| % sobrevivencia | 90,24 | 82,60 | 91,3 | 88,27 | 87,79 |

TABLA 3. Parámetros zootécnicos evaluados a cada población alimentada con y sin probióticos./ *Zootechnical parameters evaluated to each population fed with or without probiotics.*

| Parámetros zootécnicos | Ganancia de peso g (GP) | Ganancia de longitud cm (GL) | Tasa específica de crecimiento (TCE) | Conversión alimentaria CA |
|------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Tanques | | | | |
| B3 | 0,18 ±0,03 | 0,21±0,07 | 3,07 | 0,7 |
| B4 | 0,09±0,02 | 0,15±0,07 | 2,49 | 1,3 |
| B5 | 0,08±0,02 | 0,16±0,08 | 2,41 | 1,1 |
| B6 | 0,19±0,05 | 0,22±0,04 | 3,26 | 0,6 |

mejoró las tasas de crecimiento de juveniles de *Oreochromis* sp. En el presente estudio se logró constatar, por los resultados de los parámetros zootécnicos analizados, que la inclusión de probióticos de las cepas *Bacillus* sp. y *L. delbueckii* favorecen el crecimiento que se vio manifestado en una mayor TCE, GP, GT y una excelente CA.

Resultados similares se presentaron para la especie *Carassius auratus*, donde la inclusión de cepas de *Bacillus* y *Lactobacillus* aisladas del tracto digestivo del pez ángel *Pterophyllum scalare*, indica que el uso de cepas aisladas de peces confieren mayores beneficios en su biometría, que probióticos comerciales aislados del ser humano u otros mamíferos (17).

Yanbo y Zirong (18), en un experimento con la especie *Cyprinus carpio*, observaron que el uso de *Bacillus* sp. y las bacterias fotosintéticas aisladas de los estanques de la misma especie presentaron mejor CA que las dietas que no incluían el probiótico y recomiendan las mezclas de probióticos nativos, ya que producen los mejores resultados. Esto puede explicar los hallazgos del presente estudio, con el uso de cepas extraídas del mismo pez y usadas en mezcla; además, la desencapsulación de la población probiótica pudo haber ocurrido a nivel intestinal. En estudios realizados por Casula y Cutting (19), se encontró que al

adicionar esporas de *Bacillus megaterium* a ratas de laboratorio, muchas de ellas eran capaces de germinar en el tubo digestivo y generar un número importante de células en el yeyuno e ileón.

Este resultado sugirió que las esporas pueden colonizar el intestino delgado al evaluar el efecto del consumo de probióticos y se encontró un aumento en todas las variables; estos hallazgos soportan los encontrados en esta investigación donde se observó que los peces alimentados con la dieta más el probiótico mejoraron notablemente con respecto a la población control. Resultados similares también se reportaron por Del'Duca *et al.* (20). Mandhi *et al.* (21) también probaron el efecto de los bacilos esporulados en la disminución de infecciones en peces y que *Bacillus* sp. disminuía el estrés marino.

Los resultados encontrados en los análisis estadísticos evidenciaron que los animales de los tanques B3 y B6, alimentados con el concentrado más el probiótico, fueron estadísticamente diferentes de otros tratamientos ($p < 0.05$). Estos resultados también se evidenciaron en la ganancia en peso y la ganancia en longitud. La tasa de crecimiento específica fue también otro parámetro importante; esta variable establece el crecimiento de los animales durante el tiempo de tratamiento. La TCE para los animales de los tanques

B3 y B6 osciló entre 3,07-3,26, contrastando con los de los animales de los tanques B4 y B5 que presentaron tasas de 2,49 y 2,41. Es probable que esta mejora en los parámetros se deba al consumo de los probióticos en la dieta, pues los animales estuvieron durante todo el tiempo en las mismas condiciones.

En estudios realizados por Flores *et al.* (22) encontraron que al adicionarle probiótico al agua, los peces sometidos al tratamiento con probiótico presentaron la mayor ganancia de peso con diferencias estadísticas con los demás tratamientos ($p < 0.05$), además de presentar la tasa específica de crecimiento más alta, con diferencia significativas ($p < 0.05$) con respecto a las otras dietas. En esta investigación también se determinó que la conversión alimentaria más baja la tenían los animales alimentados con probiótico, los de los tanques B3 (0,7) y B4 (0,6), estos datos indican que los animales necesitan 0,7 kg de concentrado para ganar 1 kg de carne. En peces como la Tilapia, las conversiones alimentarias indican una alta absorción de nutrientes.

Resultados similares se obtuvieron por Zhou *et al.* (15) quienes observaron que el menor consumo de alimento se presentó en la dieta con probiótico, con diferencias significativas con los demás tratamientos ($p < 0.05$); lo anterior ratifica los resultados encontrados por Flores *et al.* (22). En cuanto al aprovechamiento del alimento, el tratamiento con probiótico presentó la menor tasa de conversión alimenticia (TCA) con respecto a los demás tratamientos.

Los resultados de esta investigación mostraron que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con y sin probióticos. Se demostró que hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las variables respuestas de peso y de talla; estos resultados se soportaron con el estudio de los parámetros zootécnicos. Los animales alimentados con los probióticos microencapsulados en el concentrado mejoraron notablemente estos parámetros en la población experimental. Estos resultados se compararon con los obtenidos por El-Haroun *et al.* (23), quienes demostraron que al suplementar una dieta de *Oreochromis niloticus* con un probiótico comercial (Biogen®) todas las variables zootécnicas aumentaron con respecto a la población control, y se demostró el aumento en la producción.

Otra característica importante observada durante el tiempo de investigación fue la disminución en la tasa de mortalidad de los animales alimentados con concentrado más probióticos. La tasa de sobrevivencia promedio en los animales alimentados con los probióticos fue de 89,72% y en los no alimentados con

ellos fue de 86,95%. La reducción de la tasa de mortalidad está directamente ligada al bienestar animal, que puede ser producida por los microorganismos probióticos, además de los factores ambientales que se mantuvieron estables durante el tiempo de investigación, sin reportarse procesos infecciosos producidos por microorganismos patógenos durante todo el tiempo de estudio.

Apun *et al.* (24) suplementaron una dieta de peces con bacilos esporulados y lactobacilos y observaron mejores crecimiento y sobrevivencia; sugirieron que las bacterias son aditivos que estimulan el crecimiento en el cultivo de tilapia. Newaj *et al.* (25) también corroboraron esta teoría microencapsulando dos especies de bacterias lácticas y luego alimentando una población de peces (*Oreochromis niloticus*).

Investigaciones realizadas por Ayyat *et al.* (26) y Wang *et al.* (27) reportaron que al alimentar tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) con microorganismos probióticos, como son *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, y *Saccharomyces cerevisiae*, todos los animales suplementados con la dieta probiótica mostraron eliminación de *Aeromonas hydrophila*, mejoraron la talla, el consumo y la conversión alimentaria ($p < 0.05$) y se reflejó directamente en ganancia en peso y en productividad.

García *et al.* (28) evaluaron los efectos de un conjugado probiótico de *Bacillus toyoi* y *Bacillus subtilis* en juveniles de tilapia del Nilo y encontraron que esta suplementación alteró el perfil hematológico, especialmente hemoglobina, hematocrito, glucosa y niveles de neutrófilos; estas variables no se midieron en la presente investigación; sin embargo, se vieron reflejadas en el bienestar de los peces alimentados con probióticos.

Investigaciones similares se realizaron por Kent *et al.* (8) para optimizar, mediante la microencapsulación de microorganismos probióticos, el carácter funcional de estas bacterias en leches de fórmula y encontraron que, mediante la técnica de secado por aspersion, los probióticos permanecen vivos por periodos de tiempo superiores a seis meses y promueven los factores de protección intestinal a los neonatos e infantes. Estos resultados soportan la importancia de la realización de este trabajo, especialmente porque la industria de premezclas y aditivos para concentrados de animales pueden incorporar directamente en la dieta estos microorganismos encapsulados para asegurar la viabilidad y la liberación en el tracto intestinal del organismo.

Los resultados permiten asegurar que, bajo las condiciones experimentales utilizadas, los peces que consumieron la dieta con probióticos tuvieron mejor desempeño en los parámetros zootécnicos analizados, por lo que se puede afirmar que el uso de cepas nativas como probióticos favorece el crecimiento de los peces.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al convenio de Cooperación No. 4600000982 desarrollado entre el Departamento de Antioquia - Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y la Corporación Universitaria Lasallista (Sistema General de Regalías) por la financiación del proyecto que dio origen a este trabajo.

REFERENCIAS

1. OECD/Food and Agricultural Organization of the United Nations. OECD-FAO Agricultural outlook, 2014-2023.
2. Gatlin DM, Li P, Wang X, Burr GS, Castille F, Lawrence a L. Potential Application of Prebiotics in Aquaculture. *Aquaculture*. 2006;371-376.
3. Carnevali O, de Vivo L, Sulpizio R, Gioacchini G, Olivotto I, Silvi S, et al. Growth improvement by probiotic in European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*, L.), with particular attention to IGF-1, myostatin and cortisol gene expression. *Aquaculture*. 2006;258(1-4):430-438.
4. Avella M a., Place A, Du SJ, Williams E, Silvi S, Zohar Y, et al. Lactobacillus rhamnosus Accelerates Zebrafish Backbone Calcification and Gonadal Differentiation through Effects on the GnRH and IGF Systems. *PLoS One*. 2012;7(9):1-10.
5. Waché Y, Auffray F, Gatesoupe FJ, Zambonino-Infante JL, Gayet V, Labbé L, et al. Cross effects of the strain of dietary *Saccharomyces cerevisiae* and rearing conditions on the onset of intestinal microbiota and digestive enzymes in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*, fry. *Aquaculture*. 2006;258:470-478.
6. Ringø E, Olsen RE, Mayhew TM, Myklebust R. Electron microscopy of the intestinal microflora of fish. *Aquaculture*. 2003;227(1-4):395-415.
7. Baldisserotto B. Piscicultura continental no Rio Grande do Sul: situação atual, problemas e perspectivas para o futuro. *Ciência Rural*. 2009;39(1):291-299.
8. Kent RM, Doherty SB. Probiotic bacteria in infant formula and follow-up formula: Microencapsulation using milk and pea proteins to improve microbiological quality. *Food Res*. 4005067.
9. Committee on the Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. National Academies Press. 2011. p. 360.
10. Ricker WE. Growth Rates and Models [Internet]. *Fish Physiology*. 1979; pp. 677-743
11. Ricker WE. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull Fish Resources Can*. 2010. p.382.
12. Martínez-Porchas M, Martínez-Córdova LR, Ramos-Enriquez R. Dinámica del crecimiento de peces y crustáceos. *Rev Electrónica Vet*. 2009;10(10):1-16.
13. Guarner F, Malagelada J-R. Gut flora in health and disease. *Lancet*. 2003;360(9356):512-519.
14. Vázquez J a., González MP, Murado M a. Effects of lactic acid bacteria cultures on pathogenic microbiota from fish. *Aquaculture*. 2005;245(1-4):149-161.
15. Zhou X, Tian Z, Wang Y, Li W. Effect of treatment with probiotics as water additives on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. *Fish Physiol Biochem*. 2010;36:501-509.
16. Wing-Keong N, Young-Chul K, Nicholas R, Chik-Boon K, Si-Yong Y. Effects of Dietary Probiotics on the Growth and Feeding Efficiency of Red Hybrid Tilapia, *Oreochromis* sp., and Subsequent Resistance to *Streptococcus agalactiae*. *J Appl Aquac*. 2014;26(1):22-31.
17. Jiménez-Rojas JE, Alméciga-Díaz PA, Herazo-Duarte DM. Desempeño de juveniles del pez ángel *Pterophyllum scalare* alimentados con el oligoqueto *Enchytraeus buchholzi* [Internet]. *Universitas Scientiarum*. 2012. pp. 28-34.

18. Yanbo W, Zirong X. Effect of probiotics for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. *Anim Feed Sci Technol*. 2006;127(3-4):283-292.
19. Casula G, Cutting SM. Bacillus Probiotics: Spore Germination in the Gastrointestinal Tract. *Appl Environ Microbiol*. 2002;68(5):2344-2352.
20. Del'Duca A, Evangelista Cesar D, Galuppo Diniz C CAP. Evaluation of the presence and efficiency of potential probiotic bacteria in the gut of tilapia (*Oreochromis niloticus*) using the fluorescentin situ hybridization technique. *Aquaculture*. 2013;388:115-121.
21. Mahdhi A, Esteban MÁ, Hmila Z, Bekir K, Kamoun F, Bakhrouf A, et al. Survival and retention of the probiotic properties of *Bacillus* sp. strains under marine stress starvation conditions and their potential use as a probiotic in Artemia culture. *Res Vet Sci*. 2012;93(3):1151-1159.
22. Flores ML, Briones LE, Novoa M a O. Avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). *Av en Nutr acu Memorias del Simp Int Nutr Acu*. 2002;6:314-335.
23. El-Haroun ER, Goda a. M a S, Kabir Chowdhury M a. Effect of dietary probiotic Biogen® supplementation as a growth promoter on growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquac Res*. 2006;37(14):1473-1480.
24. Apún-Molina JP, Santamaría- Miranda A, Luna-González A, Martínez-Díaz SF, Rojas-Contreras M. Effect of potential probiotic bacteria on growth and survival of tilapia *Oreochromis niloticus* L., cultured in the laboratory under high density and suboptimum temperature. *Aquac Res*. 2009;40(2000):887-894.
25. Newaj-Fyzul A, Al-Harbi AH, Austin B. Review: Developments in the use of probiotics for disease control in aquaculture. *Aquaculture*. 2014;431:1-11. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848613004249>.
26. Ayyat MS, Labib HM, Mahmoud HK. A Probiotic Cocktail as a Growth Promoter in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *J Appl Aquac*. 2014;26(3):208-215.
27. Wang YB, Tian ZQ, Yao JT, Li WF. Effect of probiotics, *Enterococcus faecium*, on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. *Aquaculture*. 2008;277(3-4):203-207.
28. Garcia-marengoni N, Moura MC De, Tavares N, Oliveira E De. Short Communication Use of probiotics *Bacillus cereus* var . *toyoi* and *Bacillus subtilis* C-3102 in the diet of juvenile Nile tilapia cultured in cages. 2015;43(3):601-606.

Recibido: 21-3-2016.

Aceptado: 2-6-2016.